

## 2 錆の研究Part 4 銅は酸性雨でどう変化するのか？ ～緑青と酸性雨の関連について～

磐田市立豊田南小学校

6年 齊藤 祥希

### 1 動機

小学3年生から金属の錆について『一番サビない金属はどれだ』『ステンレスはさびるのか？』『マジックリンとサンポールは金属達をどう変化させるか』と継続研究をしてきた。昨年は銅に緑色の粉が発生し、インターネットで調べると『緑青』(ろくしょう)という銅の錆であることが分かった。

今年の春、家族で見付天神につつじを見に行ったときに緑青におおわれた「しっぺい太郎像」を見つけた。まさか、サンポールでゴシゴシこすったわけではあるまい。そこでインターネットで調べるとどうやら『酸性雨』によって緑青が出てきたことが分かった。

そこで緑青と酸性雨をより深く調べ、3年間の研究で知ったことをふまえ、「銅」に与える「酸性雨」の関連を調べる。そして実際に銅を錆びさせて、どのように緑青が出来るのかを観察する。

### 2 目的

- (1) 酸性雨の影響で緑青が出ている国内外の銅像を調べる。

インターネットで調べると僕の予想通り緑青におおわれた銅像は国内外に多く存在していた。酸性雨の影響で屋外の銅像についている筋のようなあとを『アシッドライン現象』といい、修復が容易ではなく管理する側も大変困っているようだ。

- (2) 5年生の実験で偶然見つけた『緑青』をさらに深く調べる。

緑青は湿った条件で「二酸化炭素」と「水分」が反応することにより出来る『結晶状の錆』。銅ぶき屋根や銅像においては、緑青独特の色を「美術的」に使用している。つまりきれいだから使っている。その上、緑青は酸素に触れる表面にだけ発生し、緑青が被膜となり内部の腐食を防ぐ効果がある。丈夫な金属だから屋根や銅像に使っているのだ。

- (3) 酸性雨とは何なのか詳しく調べる。

工場の煙突や自動車の排気ガスには、SO<sub>x</sub>(イオウ酸化物)や NO<sub>x</sub>(ちっ素酸化物)が含まれ、それが空気中に吐き出されると化学反応をおこし酸性の細かな粒となり、空気の汚れであるこの粒が雲や雨に溶けて降ってくるのが『酸性雨』。

- (4) 日本の大気汚染の歴史を調べる。

「しっぺい太郎像」の下のプレートに「竣工 昭和39年3月8日」とあった。昭和30年～40年頃の「高度経済成長期」の日本の画像をインターネットで調べた。すると排気ガスで霧がかかった日比谷公園前や白煙を上げる火力発電所などがでてきた。現在は煙突やマフラーには煙をきれいにする装置が取付られているが、当時は開発されておらず空にまき散らしていた。

- (5) 雨を集めて Ph(ペーハー)を測ってみる。

ア 雨の Ph      Ph 値は数字が小さい程「酸性度が高く」数字が大きい程「酸性度が低い」  
Ph5.7 以上 → 酸性雨ではない  
Ph5.3～5.6 → 比較的酸性度が低い酸性雨  
Ph5.2 以下 → 生物の生存に影響が出始めるといわれる酸性雨

## イ 雨の採取時期・方法・測定・結果

酸性雨と日本の大気汚染の現状を調べると自動車の数が増えているため SO<sub>x</sub>(イオウ酸化物)や NO<sub>x</sub>(ちっ素酸化物)が高度経済成長期と比べ、あまり減っていないことが分かった。

つまり今でも酸性雨はふっている。そこで実際僕の家で酸性雨がふるのか雨を採取する。

① 採取時期 5月～7月夏休み前まで。(梅雨入り～梅雨明け)

② 採取方法 ベランダに洗面器を置いて雨を集める。集めた雨はペットボトルに入れ冷蔵庫で保管。 ※右記写真



③ 測定方法 お年玉で「Ph 測定器」を購入した。正確な Ph を測定しなかったのが 2 回計測し平均値を計算した。

④ 結果 結果 17 日分の雨を採取した。17 日の平均 Ph は 5.54Ph。比較的酸性度の低い酸性雨がふったことが分かった。

そして 7月 3日 → 平均 Ph 4.52 ※ この3日間は強い濃度の酸性雨がふった。  
7月 12日 → " Ph 4.75  
7月 19日 → " Ph 4.24

## 3 実験条件・方法・計画

### (1) 使用する液体

ア: 人工酸性雨 (Ph 4.50) → 家にある洗剤をつくる機械で「強酸性水」「強アルカリ性水」を作り、上記 7月 3日・12日・19日の平均 Ph 値 (Ph4.50) を作る。

イ: 強酸性水 (Ph 3.36) → 洗剤をつくる機械で作った「強酸性水」。昨年の実験で使用したサンポールは Ph 1。銅を溶かして緑青が出来たことから Ph 値の低い方が緑青が出来やすいと考えた。

### (2) 実験方法

液体ア: 人工酸性雨 イ: 強酸性水の 2 液に自動車の排気ガスをブレンドさせた『排気ガス入』と『排気ガス無し』の 2 種類、計 4 ケの液をビンに入れ銅が半分ほど液に浸かる状態にし、液体に浸かっていない部分も観察する。 ※右記写真



→排気ガスをブレンドさせている

### (3) 実験計画

4 ケのビンを 2 週間観察する。銅の様子を写真に撮り紙に書いて記録する。銅の変化を分かりやすくするため毎日記入する記録用紙とは別に大きな紙で『変化表』をつくり毎日写真を貼って記録する。 ※下記写真 a・b

写真 a →



写真 b →



### 3 予 想

昨年の実験で Ph 値の低い方が銅を変化(錆び)させると思うので、ア:人工酸性雨より Ph 値の低いイ:強酸性水の方が早く錆びる。また液体が汚れている排気ガス入のビンが一番銅が錆び、そして早く緑青が出て来るのではないかと思う。

### 4 その他の調査

(1) 実験 1 2 日目 強酸性水(排気ガス入)液に浸かっている紫色について

液に浸かっている部分が紫色に変化した。調べると銅は水中や大気中で「第一酸化銅」(Cu<sub>2</sub>O)を生成→Ph が高いと黒色の「酸化第二銅」(CuO)を生成→さらに青緑色の塩基性硫酸銅(Cu<sub>3</sub>SO<sub>4</sub>)である緑青を生成することが分かった。

つまりこの紫色は「酸化第二銅」と緑青の中間と考えた。

(2) 1 4 日間の実験終了後、追加で調べたかったこと

5 年生の実験終了後、金属達を表に貼り付けるため液から出してタオルの上で乾燥させた。すると一晩で液に浸かっていた部分も浸かっていない部分も関係なく錆が進行した。

この説明として、濡らしたまま置いたこととビンから出したことにより「水と酸素」が充分にありそのため錆が進行したと考えた。そこで今回の実験終了後、ビンの上に一日濡らしたまま放置した。すると全ての銅に赤くまだらに錆が出ていた。つまり「水と酸素」が錆を進行させたことを見る事が出来た。

しかし、緑青は増えなかった。そこでインターネットで調べるとおよそ 100 年間屋根の銅板を張替える必要のなかった国立博物館の「表慶館」が出て来た。つまり銅の耐久性は非常に優れている。僕の銅が緑青だらけになるのは僕がおじいちゃんになってからだ。でもそれはそれでおもしろい。

### 5 実験結果・今後の反省と課題

人工酸性雨(Ph4.50)と強酸性水(Ph3.36)との比較では、予想通り Ph 値の低い強酸性水が早く銅に影響を与えることが分かった。

<赤い錆と緑青発生日>

	人工酸性雨		強酸性水	
	排気ガス入	排気ガス無	排気ガス入	排気ガス無
赤い錆 発生日	実験 7 日目	実験 9 日目	実験 4 日目	実験 3 日目
緑 青 発生日	” 8 日目	” 9 日目	” 5 日目	” 5 日目

上の表のとおり「強酸性水」のほうが早く赤い錆が出て緑青も出ている。昨年の実験で、サンポール(Ph 1)を使用したので Ph 値の低いほうが、銅を変化させると思い「人工酸性雨」より Ph 値の低い強酸性水を使い実験したかったのだ。

また、「排気ガス入」「排気ガス無」とでは、「人工酸性水」では予想通り排気ガス入が早く錆びたが、「強酸性水」では排気ガス無しが 1 日早く錆が出てしまった。

このことから、排気ガスが入っていても無くてもあまり関係が無いことになるため、もっと違う液体や条件にて、比較したいと思っている。

次に明らかになったのは、赤い錆が出る前に緑青は出ないということだ。これは実験 1 2 日目の銅が紫色に変化したときに調べたことが証明されたと思う。

つまり酸性雨は、銅像や金属において錆を引き起こす大きな原因となることがよく分かった。どうしたら酸性雨が減るのか、また減らす努力を自動車メーカーをはじめ、僕たち一人一人が実行していかなければならない。